Bildanalyse und Bildverstehen

Aufgabe U16 (Konturkrümmung)

Die Krümmung einer Kontur an einem Punkt p_i wird aus der Folge $(p_{i-n}, \ldots, p_i, \ldots, p_{i+n})$ von $2n+1$ aufeinanderfolgenden Konturpunkten berechnet.

Es sind verschiedene Krümmungsmaße für diskrete Kurven in Gebrauch:

(1) $180° - \gamma_i$, wobei γ_i der durch die drei Punkte p_{i-n} , p_i , p_{i+n} gegebene Winkel bei p_i ist.

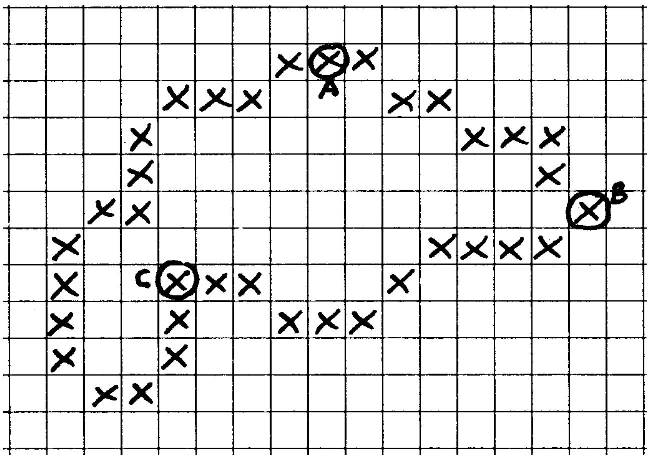
(2) Die vorzeichenbehaftete Fläche des von diesen drei Punkten aufgespannten Dreiecks (positiv für konvexe und negativ für konkave Krümmung).

(3) Die Summe gewichteter Differenzen d_i zwischen aufeinanderfolgenden Richtungsindices r_i nach dem Kettencode:
r_i = Kettencode der Richtung von p_i nach p_{i+1},
$d_i = (r_i - r_{i-1} + 12 \mod 8) - 4$,

$KR_i = \sum_{j=-n}^{n} w_j d_{i+j}$ mit Gewichten $w_j \geq 0$, die sich zu 1 summieren.

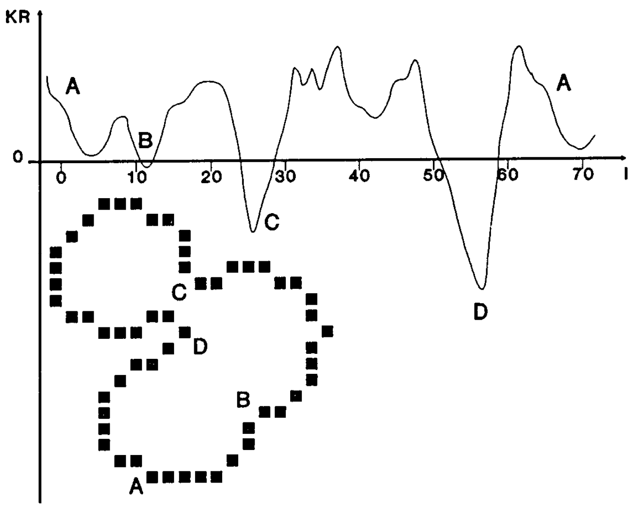
(a) Man bestimme die Formeln zu den Krümmungsmaßen (1) und (2).

(b) Man teste die drei Krümmungsmaße an den Punkten A, B und C folgender Kontur und diskutiere ihre Vor- und Nachteile:



(für (1) und (2) wähle man jeweils $n = 2$, für (3) $n = 1$ und $w_{-1} = \frac{1}{4}$, $w_0 = \frac{1}{2}$, $w_1 = \frac{1}{4}$.)

Beachte: Die numerischen Werte der Krümmung an einzelnen Stellen sind weniger bedeutsam; interessant sind die Extrema im Verlauf der Krümmung entlang der Kontur. Maxima: potenzielle Ecken bei eckigen konvexen Objekten; Minima: potenziell Stellen, wo 2 sich überlappende konvexe Objekte zu trennen sind, bzw. Kandidatenpunkte für Schnitte durch das Objekt. Beispiel:



(aus Voss & Süße 1991)

Aufgabe U17 (Auffinden von Fluchtpunkten im Bild)

Die modifizierte Hough-Transformation werde so definiert, dass eine Gerade nicht durch Abstand vom Ursprung und Winkel repräsentiert wird, sondern durch die Koordinaten ihres dem Ursprung nächstliegenden Punktes.

(a) Wie ist diese Transformation rechnerisch durchzuführen?

(b) Eine Geradenschar gehe im Originalbild durch ein- und denselben Punkt P. Wo liegen die entsprechenden Punkte nach der modifizierten Hough-Transformation?

(c) Wie kann man den Punkt P durch lineare Regression detektieren?

(d) Man führe die entsprechenden Berechnungen durch für die 3 Geraden $y = 2$, $y = x$ und $y = 4–x$ durch den Punkt (2; 2).

Aufgabe U18 (Kanten in Multi-Merkmalsbildern)

Ein Bild sei nicht durch eine skalare Grauwertfunktion gegeben, sondern durch eine vektorwertige Funktion

$$\vec{m}(x,y) = \begin{pmatrix} m_1(x,y) \\ m_2(x,y) \\ \vdots \\ m_M(x,y) \end{pmatrix}$$

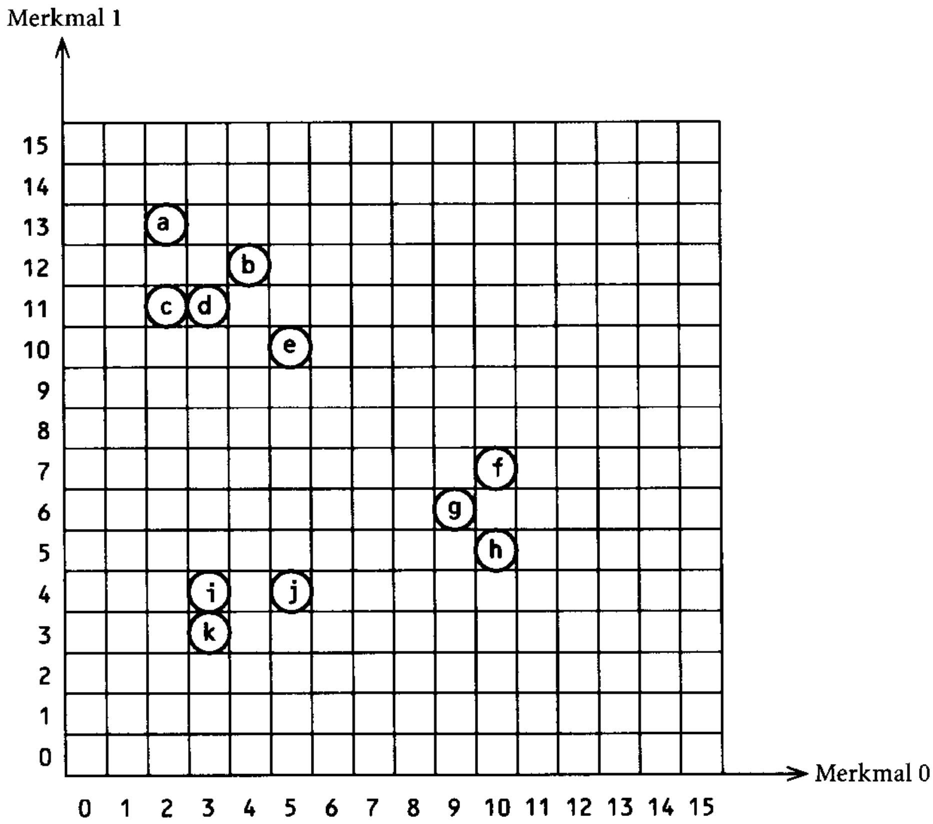
(z.B. Multispektralbild). Es sei hier der Fall zweier kontinuierlicher Variablen x, y angenommen. Man bestimme zu einem gegebenen Punkt (x_0, y_0) diejenige Richtung α (Winkel zur x-Achse), in der sich $\vec{m}$ am stärksten ändert (als Maß der Änderung soll der Betrag der Richtungsableitung dienen):

(a) allgemein,

(b) für $\vec{m}(x,y) = (2xy;1;1)^T$, ($x_0$; y_0) = (1; 2).

Aufgabe U19 (Mahalanobis-Klassifikator)

Gegeben sind die Objekte *a–k* in einem zweidimensionalen Merkmalsraum:



Die Objekte *a–e* sollen eine Lernstichprobe für eine Klasse k_0 auf der Grundlage des Mahalanobis-Klassifikators bilden. Die Zurückweisungsschwelle d_0 sei $\vec{\sigma}_0^T \Sigma_0^{-1} \vec{\sigma}_0$.

In der Anwendungsphase des Klassifikators sollen 2 Objekte $p = (5; 10)^T$ und $q = (6; 9)^T$ klassifiziert werden. Gehören sie zu k_0 ?

(Typische Anwendung des Mahalanobis-Klassifikators: Klassen von Pixeln in Satellitenbildern, Merkmale = Farbkanäle.)